Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No.3, 2024, p. 385-400

Effect of Autolyzed Yeast on Performance and Physiological Indices of Broiler Chickens Reared at High Stock Density

Samaneh Ghaseminejad[1], Somayeh Salari[2*]

1- M.Sc. Graduated Student of Animal Science Department, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2- Professor of Animal Science Department, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
*Corresponding Author's Email: S.Salari@asnrukh.ac.ir

Received: 21-09-2023 Revised: 26-11-2023 Accepted: 23-12-2023 Available Online: 23-12-2023	**How to cite this article:** Ghaseminejad, S., & Salari, S. (2024). Effect of autolyzed yeast on performance and physiological indices of broiler chickens reared at high stock density. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *16*(3), 385-400. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.84556.1171

Introduction: Exposure of poultry to various environmental stressors, such as vaccination, heat stress, high stocking density, and direct contact with excrement in the litter, can stimulate the stress response, disrupt the body's immunity, and external pathogenic factors introduce to a healthy animal. Therefore, they affect natural growth and production. High stocking density can be stressful and have harmful effects on the performance and safety of broiler chickens. Among the environmental factors, stocking density is an important factor in the production of broiler chickens due to its effects on health, well-being, and performance. Stocking density is defined based on the number of birds per surface unit or the amount of surface for each bird and based on the kilogram of poultry weight per surface unit. Yeasts and yeast products can act as an alternative to antibiotics to promote growth and disease resistance in poultry. Autolyzed yeast consists of ruptured or lysed cells and includes both intracellular and cell wall parts. Autolyzed yeast is usually concentrated or dried by liquid fermentation of *Saccharomyces cerevisiae*, and after autolysis or hydrolysis catalyzed by exogenous enzymes. In broiler chickens, the effects of prebiotics are partially dependent on the blocking of pathogen-adherent receptor sites, regulation of the immune system, production of antimicrobial molecules by the intestinal microbial community, and changes in the intestinal microbial structure.

Materials and Methods: This experiment was carried for 37 days in 3 periods including starter (1-10 days old), grower (11-24 days old) and finisher (37-25 days old) using 520 one-day-old broiler chickens of Ross 308 commercial strain in a completely randomized design based on factorial arrangement 4 x 2 with 5 replicates. Experimental treatments included different levels of autolyzed yeast (0, 0.1, 0.2 and 0.3%) and 2 density levels (10 (normal density) and 16 (high density) bird per square meter). The basal diet used was adjusted based on the requirements of broiler chickens (Ross, 2019). Food and water were provided ad-libitum. Feed intake (FI) and body weight gain (BWG) of birds were recorded and feed conversion ratio (FCR) was calculated. On the 37th day of the experiment, two birds from each replicate were randomly selected and the weight of different parts of the carcass including the weight of gastrointestinal tract, breast, thigh, gizzard, liver, pancreas, and spleen (as a percentage of live body weight) were recorded. Also, at this time, caecal digesta (1 g) from each bird were aseptically transferred into 9 ml of sterile saline solution and serially diluted. *Lactobacilli*, *Coliforms*, and *E.Coli* were grown on Rogosa–Sharpe agar, MacConkey Agar, and Eosin Methylene Blue Agar, respectively. Plates for *Lactobacillus* were incubated anaerobically for 48 h at 37 °C. Microbial populations for *E. coli* and *Coliforms* were counted after aerobic incubation at 37°C for 24 hours. All samples were plated in duplicate. The obtained data were statistically analyzed using SAS statistical software, GLM procedure. Also, comparison of averages

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.
1168http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.84556.1171

was done by Duncan's multi-range test at 5% probability level.

Results and Discussion: The results of the experiment showed that feed intake, body weight gain and feed conversion ratio were not affected by the interaction of yeast and density (P>0.05). However, the use of autolyzed yeast significantly reduced the feed intake in the finisher period as well as the whole period of the experiment (P<0.05). Also, birds reared in high density showed significantly less feed intake and weight gain compared to birds reared in normal density in the finisher period and the whole period of the experiment (P<0.05). The feed conversion ratio in birds fed with autolyzed yeast improved significantly compared to the control treatment in the starter period as well as the entire experimental period (P<0.05). Carcass components and cecum microbial population of broilers were not affected by the interaction of yeast and density (P>0.05). Also, birds reared in high density showed less *Lactobacillus* population in cecum compared to birds reared in normal density (P<0.05). Using levels of 0.2 and 0.3% of autolyzed yeast in the diet caused a significant decrease in the cecum *E. coli* population compared to the control treatment.

Conclusion: The results of the present study showed that although the use of autolyzed yeast in high density conditions could not affect the functional and physiological parameters of the animal, the use of autolyzed yeast improved the feed conversion ratio and reduced the population of *E. coli* of cecum.

Keywords: Carcass parts, Cecum, Feed intake, Physiological parameters, Stock density

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۴۰۰-۳۸۵

تأثیر مخمر اتولیزشده بر شاخص‌های عملکرد رشد و فیزیولوژیکی جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در تراکم بالا

سمانه قاسمی نژاد[1]، سمیه سالاری[2]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر مخمر اتولیزشده و تراکم بالا بر عملکرد و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی، آزمایشی به‌صورت طرح کـاملاً تصـادفی بـا آرایـش فاکتوریل ۴×۲ اجرا شد. سطوح مختلف مخمر اتولیزشده (۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ درصد) و تراکم (۱۰ و ۱۶ قطعه پرنده در مترمربع) در سه مرحله آغـازین، رشـد و پایـانی بـا استفاده از ۵۲۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ مورد بررسی قرار گرفتند. استفاده از مخمر اتولیزشده باعث کاهش معنی‌دار مصرف خوراک در دوره پایـانی آزمـایش شد. پرورش جوجه‌ها در تراکم بالا، باعث کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن در مقایسه با شرایط تراکم نرمال، در دوره پایانی آزمایش شد. ضریب تبدیل خـوراک در پرندگان تغذیه شده با مخمر اتولیزشده به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد در دوره آغـازین بهبـود یافـت. صـفات مـرتبط بـا عملکـرد و فراسـنجه‌هـای فیزیولـوژیکی جوجه‌های گوشتی، تحت تأثیر اثر متقابل مخمر و تراکم قرار نگرفتند. همچنین، پرندگان پرورش یافته در تراکم بالا جمعیت *لاکتوباسیل* روده کور کمتری در مقایسه بـا پرندگان پرورش یافته در تراکم نرمال نشان دادند. سطوح ۰/۲ و ۰/۳ درصد مخمر اتولیزشده باعث کاهش معنی‌دار جمعیت *ای‌کلای* روده کور در مقایسه با شـاهد شـد. نتایج نشان داد که اگرچه استفاده از مخمر اتولیزشده در شرایط پرورشی متراکم نتوانست فراسنجه‌های عملکردی و فیزیولوژیکی حیـوان را تحـت تـأثیر قـرار دهـد، امّـا استفاده از سطوح ۰/۲ و ۰/۳ درصد مخمر اتولیزشده در جیره باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک و کاهش جمعیت *ای‌کلای* روده کور شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، اجزای لاشه، روده کور، فراسنجه‌های فیزیولوژیکی، مصرف خوراک

مقدمه

امروزه همراه با توسعه مزارع پرورش طیـور، روش‌هـای جدیـد و صنعتی پرورش نظیر افزایش تراکم، باعث قرارگرفتن طیور در معرض عوامل تنش‌زای محیطی مختلف ازجمله واکسیناسیون، تنش گرمایی، تراکم بالای گله و تماس مستقیم با فضولات در بستر شده است. این عوامل می‌تواند پاسخ تنش را تحریک، ایمنی بدن را مختـل کـرده، و عوامل بیماری‌زای خارجی را به یک حیوان سالم انتقـال دهـد. تـراکم گله به روش‌های مختلفی بیان می‌شـود؛ روش اول بـر اسـاس تعـداد طیور به‌ازای واحد سطح یا میزان سطح برای هـر پرنـده اسـت. روش دوم بر مبنای کیلوگرم وزن طیور در واحد سطح (مجموع وزن زنده در هـر مترمربـع) اسـت (Hassanabadi and Mahdipour Rabori, 2009). در کشورهای مختلف، سطح تراکم گله بسته به شرایط بازار و روش پرورش می‌تواند متغیـر باشـد (Abbasi *et al*., 2019). تـراکم بالای گله می‌تواند تنش‌زا باشد و تأثیرات مضری بر عملکرد و ایمنـی جوجه‌هـای گوشـتی داشـته باشـد (Houshmand *et al*., 2012). در پژوهشی، با تراکم ۱۳ پرنده در مترمربـع در مقایسـه بـا تـراکم شـش پرنده در مترمربع، پرندگان در پایان دوره وزن نهایی و مصرف خوراک روزانه کمتری داشتند. همچنین، وزن کبـد و بـورس فابریسـیوس بـا افـزایش تـراکم (۱۳ پرنـده در مترمربـع) کـاهش معنـی‌داری داشـت (Simitzis *et al*., 2012). یافتـه‌هـای ابودابـوس و همکـاران (Abudabos *et al*., 2013) نشـان داد کـه ضـریب تبـدیل خـوراک جوجه‌های گوشتی با کاهش تراکم، در طول دوره رشـد بهبـود یافتـه است. کریدتایوپاس و همکاران (Kridtayopas *et al*., 2019) بیـان

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده علـوم دامـی و صـنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده علـوم دامـی و صـنایع غـذایی، دانشـگاه علـوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: S.Salari@asnrukh.ac.ir
http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.84556.1171

نمودند که جوجه‌های گوشتی نگهداری شده در تراکم بالا در مقایسه با تراکم نرمال، جمعیت *لاکتوباسیلوس* کمتر و *ای‌کلای* بیشتری در ژژنوم، ایلئوم و روده کور داشتند. افزایش جمعیت میکروبی مفید دستگاه گوارش می‌تواند با جلوگیری از اتصال باکتری‌های بیماری‌زا به لایه اپیتلیال دستگاه گوارش، از رشد و تکثیر این باکتری‌ها جلوگیری کند (Loh and Blaut, 2012). بنابراین، بهبود عملکرد و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش با استفاده از افزودنی‌های مختلف شاید بتواند مفید باشد. مخمرها و محصولات مخمر می‌توانند به‌عنوان جایگزین برای آنتی‌بیوتیک‌ها برای تقویت رشد و مقاومت در برابر بیماری در طیور عمل کنند (Yalçın *et al*., 2010).

مخمر اتولیزشده، محصول تخریب سلولی است که توسط آنزیم خاص خودش فعال می‌شود و باعث حل شدن اجزای سلولی می‌شود و می‌تواند در تغذیه حیوانات نیز مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، استفاده از مخمر اتولیزشده در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند اجزای سلولی و کربوهیدرات‌های دیواره سلولی را تأمین کند (Ahiwe *et al*., 2019b). محصولات دیواره سلولی مخمر بر غنای گونه‌ها و تنوع باکتریایی روده تأثیر می‌گذارد (Roto *et al*., 2015). اخیراً، وو و همکاران (Wu *et al*., 2018) دریافتند که تغذیه جوجه‌های عاری از پاتوژن با نوکلئوتیدهای مخمر جیره، باعث افزایش تنوع جمعیت میکروبی روده و فراوانی *لاکتوباسیلوس* می‌شود. در مطالعه آهیو و همکاران (Ahiwe *et al*., 2019a) گزارش شد که مخمر کامل و مشتقات آن می‌توانند عملکرد جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشند و از طریق تأثیر آن بر تعداد گلبول‌های سفید، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها، ممکن است با بهبود تنش ناشی از لیپوپلی‌ساکارید *سالمونلا* در جوجه‌های گوشتی مرتبط باشند. آن‌ها همچنین خاطر نشان کردند که مخمر اتولیزشده، دیواره سلولی مخمر و اجزای آنزیمی هیدرولیز شده آن زمانی که به جیره به‌مقدار دو گرم در کیلوگرم افزوده شوند، می‌توانند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در تولید جوجه‌های گوشتی عمل کنند.

بنابراین، با توجه به مطالب بیان شده، هدف از این تحقیق، بررسی سطوح مختلف مخمر اتولیزشده در جیره بر عملکرد و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی در شرایط متراکم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌مدت ۳۷ روز در سه مرحله آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۳۷-۲۵ روزگی) با استفاده از ۵۲۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۴ × ۲ با پنج تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف مخمر اتولیزشده ۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد جیره و در دو سطح تراکم (۱۰ (تراکم نرمال) و ۱۶ (تراکم بالا) قطعه پرنده در هر مترمربع بودند. جیره پایه مورد استفاده مطابق نیازهای ذکر شده در راهنمای پرورش جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸، تنظیم و به‌صورت آردی در اختیار پرندگان قرار گرفت (جدول ۱). مخمر اتولیز شده مورد استفاده از شرکت کاوشگر سپهر جوان (خوزستان، ایران) تهیه شد که آنالیز آن در جدول ۲ ذکر شده است. مخمر مورد نظر در مقادیر مشخص به جیره‌ها اضافه و سپس در میکسر به‌طور کامل با جیره مخلوط شد. تغذیه جوجه‌ها به‌صورت دستی و آزاد انجام شد. دمای سالن پرورش در روز اول حدود ۳۳-۳۲ درجه سانتی‌گراد بود. در طول دوره پرورش با افزایش سن جوجه، به‌ازاء هر هفته به اندازه دو درجه سانتی‌گراد دما کاهش داده شد. رطوبت استاندارد دوره پرورش ۶۰-۵۵ درصد برای جوجه‌های گوشتی در نظر گرفته شد. در سه روز اول دوره پرورش، روشنایی به‌مدت ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد و در ادامه به‌صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی اعمال شد.

فراسنجه‌های عملکردی شامل مصرف خوراک و افزایش وزن بدن به‌صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. در روز پایانی پرورش (روز ۳۷) از هر واحد آزمایشی، دو قطعه پرنده نزدیک به میانگین هر پن توزین و کشتار شد. بعد از کشتار، وزن دستگاه گوارش، سنگدان، ران، سینه، طحال، کبد، و پانکراس اندازه‌گیری و به‌صورت درصدی از وزن زنده تعیین شد.

جهت بررسی جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی، در سن ۳۷ روزگی دو پرنده از هر تکرار انتخاب و کشتار شد، و روده کور جدا و در شرایط استریل و در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی منتقل شدند. به‌منظور شمارش *لاکتوباسیل‌ها* از محیط کشت ام آر اس آگار، برای شمارش *کلی فرم‌ها* از محیط کشت مک کانکی آگار و برای شمارش *ای‌کولای* از محیط کشت ای ام بی آگار استفاده شد. محیط کشت‌های حاوی باکتری‌های *لاکتوباسیل* در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط بی‌هوازی به‌مدت ۴۸ ساعت در انکوباسیون قرار گرفتند. باکتری‌های *ای‌کلای* و *کلی فرم* در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط هوازی به‌مدت ۲۴ ساعت در انکوباسیون نگهداری شدند. در پایان، تعداد کلنی باکتری‌های هر پتری دیش شمارش شد و تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده پرگنه‌های میکروبی به‌صورت لگاریتمی به‌ازای هر گرم محتویات روده کور بیان شد.

جدول ۱- اجزای خوراک و ترکیب مواد مغذی جیره پایه مورد استفاده در دوره‌های مختلف آزمایش

Table 1- Diet ingredients and nutrient composition of basal diet at different period of experiment

اجزای جیره (٪) Ingredients (%)	آغازین Starter	رشد Grower	پایانی Finisher
ذرت Corn	46.83	51.46	55.50
کنجاله سویا (۴۴٪ پروتئین خام) Soybean meal (44% CP)	39.06	35.00	31.56
کنجاله گلوتن ذرت (۶۰٪ پروتئین خام) Corn gluten meal (60% CP)	5.00	4.00	2.50
روغن آفتابگردان Sunflower oil	4.50	5.30	6.50
سنگ آهک Limestone	1.17	1.12	1.00
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.85	1.60	1.48
سدیم کلراید Sodium chloride	0.30	0.30	0.30
جوش شیرین Sodium bicarbonate	0.18	0.18	0.18
مکمل ویتامینه و مواد معدنی [۱و۲] Mineral and vitamin premix[1,2]	0.50	0.50	0.50
دی ال- متیونین DL-methionine	0.31	0.28	0.28
ال-لیزین هیدروکلراید L-lysin HCl	0.30	0.26	0.20
آنالیز محاسبه شده (٪) Calculated analysis (%)			
انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم) AME_n (kcal/ kg)	3011	3100	3200
پروتئین خام Crude protein	23.07	21.50	19.51
کلسیم Calcium	0.95	0.87	0.79
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.48	0.43	0.40
سدیم Sodium	0.20	0.16	0.16
لیزین Lysine	1.44	1.30	1.16
متیونین Methionine	0.70	0.64	0.61
متیونین + سیستئین Methionine + cysteine	1.08	0.99	0.91

[۱و۲] مکمل مواد معدنی و ویتامینی مقادیر زیر را به‌ازای هر کیلوگرم جیره تأمین نمودند: Mn، ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم؛ Fe، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ Zn، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم؛ Cu، ۴۰۰۰ میلی‌گرم؛ I، ۳۹۷ میلی‌گرم؛ Se، ۸۰ میلی‌گرم، ویتامین A، ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K_3، ۸۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1، ۷۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۲۶۴۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۱۱۷۶ میلی‌گرم؛ ویتامین B_9، ۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، شش میلی‌گرم؛ نیاسین، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۹۲۰ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۴۰ میلی‌گرم و کولین کلراید، ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم.

[1,2] Provided the following (per kg of diet): Mn: 39,680 mg; Fe: 20,000 mg; Zn: 33,880 mg; Cu: 4,000 mg; I: 397 mg; Se: 80 mg, 3,600,000 IU Vitamin A; 800,000 IU Vitamin D_3; 14,400 mg Vitamin E; 700 mg vitamin B_1; 800 mg vitamin K_3; 2,640 mg vitamin B_2; 1,176 mg vitamin B_6; 400 mg vitamin B_9; 6 mg vitamin B_{12}; 11,880 mg Niacin; 3,920 mg Calcium pantothenate; 40 mg Biotin; Choline chloride: 100,000 mg.

جدول ۲- آنالیز مخمر اتولیزشده مورد استفاده در آزمایش (ارائه شده توسط شرکت سازنده)

Table 2- Analysis of autolyzed yeast used in the experiment (Provided by the manufacturer)

اجزاء تشکیل‌دهنده Components	واحد Unit	مقدار Amount
ماده خشک Dry matter	%	95
پروتئین کل Total protein	%	48
کربوهیدرات کل Total carbohydrates	%	39
مانان الیگوساکارید Mannan oligosaccharides	%	10
بتاگلوکان β-glucans	%	15
نوکلئوتید Nucleotide	%	5
ویتامین B_1 Vitamin B_1	mg/100g	6
ویتامین B_2 Vitamin B_2	mg/100g	8
ویتامین B_3 Vitamin B_3	mg/100g	30
ویتامین B_5 Vitamin B_5	mg/100g	55

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۹)، رویه GLM و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۳ با شش تیمار و پنج تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. همچنین، مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. مدل آماری طرح مطابق معادله زیر بود:

معادله (۱) $$Yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + eijk$$

که در آن، Yijk: مقدار هر مشاهده، µ: میانگین مشاهدات، Ai: اثر سطح i از عامل A (اثر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده)، Bj: اثر سطح j از عامل B (اثر سطح تراکم)، (AB)ij: اثر متقابل دو فاکتور A وB (اثر متقابل بین مخمر اتولیزشده و سطح تراکم)، eijk: اثر خطای آزمایش، i: سطوح فاکتور اول (۴ سطح)، j: سطوح فاکتور دوم (دو سطح) و k: تعداد تکرار (پنج تکرار) است.

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف مخمر و تراکم بر میزان خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی به‌ترتیب در جداول ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، اثرات متقابل بین مخمر و تراکم، بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف تحت تأثیر قرار نگرفت. در دوره پایانی (۲۵ تا ۳۷ روزگی) و کل دوره (۱ تا ۳۷ روزگی) بین سطوح مخمر تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P ≤۰/۰۵). به‌طوری‌که پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی مخمر اتولیزشده مصرف خوراک کمتری در مقایسه با جیره بدون مخمر داشتند. در دوره پایانی و کل دوره نیز، تفاوت معنی‌داری بین تراکم نرمال و بالا در مصرف خوراک و افزایش وزن مشاهده شد (P≤۰/۰۵). به‌طوری‌که پرندگان پرورش یافته در تراکم بالا به‌طور معنی‌داری مصرف خوراک و افزایش وزن کمتری در مقایسه با پرندگان پرورش یافته در تراکم نرمال نشان دادند. در دوره آغازین، پرندگان تغذیه شده با مخمر اتولیزشده، ضریب تبدیل خوراک بهتری در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره بدون مخمر داشتند (P≤۰/۰۵). همچنین در کل دوره پرورش، جیره‌های حاوی ۰/۲ و ۰/۳ درصد مخمر اتولیزشده در مقایسه با شاهد، ضریب تبدیل خوراک بهتری نشان دادند (P ≤۰/۰۵).

در توافق با یافته‌های این پژوهش، هوشمند و همکاران (Houshmand *et al*., 2012)، دو سطح پری‌بیوتیک (با یا بدون پری‌بیوتیک) و تراکم‌های ۱۰ و ۱۶ پرنده در مترمربع را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که اثر متقابل پری‌بیوتیک و تراکم نگهداری تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک، اضافه وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نداشته است. در تضاد با یافته‌های این پژوهش، کرار و همکاران (Karar *et al*., 2023) با بررسی سه سطح تراکم (۱۰، ۱۳ و ۱۵ پرنده در مترمربع) و دو سطح پری‌بیوتیک (سطح

اول: بدون پری‌بیوتیک و سطح دوم: ۶۲/۵ گرم مانان الیگوساکارید و ۶۲/۵ گرم بتاگلوکان در هر لیتر آب)، بیان کردند که اثر متقابل تراکم و پری‌بیوتیک به‌طور معنی‌داری مصرف خوراک و افزایش وزن پرندگان را در طول دوره آزمایش بهبود داده است. همچنین، این محققین بیان کردند که تیمار با تراکم پایین و حاوی پری‌بیوتیک، بهترین ضریب تبدیل خوراک را نشان داده است.

در تضاد با یافته‌های پژوهش حاضر، وارگاس رودریگوئیز و همکاران (Vargas-Rodríguez *et al.*, 2013) تراکم‌های ۱۰ و ۱۶ پرنده در مترمربع را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که افزایش تراکم تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی ندارد. در توافق با پژوهش حاضر، توماس و همکاران (Thomas *et al.*, 2004) نیز گزارش دادند که جوجه‌های گوشتی با تراکم پنج پرنده در مترمربع رشد سریع‌تری دارند و نسبت به جوجه‌های گوشتی با تراکم ۱۰، ۱۵ یا ۲۰ پرنده در مترمربع، خوراک بیشتری مصرف می‌کنند. در مطالعه حاضر در تراکم بالا، مصرف خوراک در دوره پایانی و کل دوره نسبت به تراکم نرمال به‌ترتیب ۲۳۱/۱۳ گرم و ۲۴۵/۰۶ گرم کاهش یافت. نشان داده شده است که تراکم بالا باعث نگهداری دمای بدن پرنده و در نتیجه، منجر به کاهش مصرف خوراک می‌شود (Emmans and Charles, 1977). از طرفی، کاهش مصرف خوراک در پی افزایش تراکم جوجه‌ریزی به کاهش میزان دسترسی پرنده‌ها به فضای دانخوری نسبت داده شده است (Nahashon *et al.*, 2011). در توافق با یافته‌های پژوهش حاضر، در مطالعه سیمیتزیس و همکاران (Simitzis *et al.*, 2012)، جوجه‌های گوشتی در تراکم‌های بالاتر نسبت به تراکم‌های کمتر وزن نهایی بدن کمتری داشتند، به‌طوری‌که میانگین کاهش تقریباً ۲۰۰ گرم در وزن نهایی بدن در تراکم بالاتر نسبت به تراکم کمتر مشاهده شد. در پژوهش کریزیو و همکاران (Kryeziu *et al.*, 2018)، نیز با افزایش تعداد پرندگان در مترمربع، وزن زنده نهایی پرندگان کاهش یافت. افزایش تراکم ممکن است منجر به محدودیت حرکتی شود که در نتیجه، مصرف خوراک را کاهش می‌دهد و به دنبال آن، وزن بدن کاهش می‌یابد (Kryeziu *et al.*, 2018). در مطالعه حاضر، در دوره پایانی و نیز کل دوره کاهش وزن حدوداً ۹۶ گرمی در تراکم بالا نسبت به تراکم پایین مشاهده شد. دلیل کاهش وزن در پرندگان تحت تنش تراکم می‌تواند به‌دلیل کاهش مصرف خوراک باشد.

در پژوهش حاضر، افزودن مخمر اتولیزشده به جیره باعث کاهش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با تیمار بدون مخمر شد، امّا بر داده‌های افزایش وزن تأثیری نداشت. در توافق با این یافته‌ها، سالیانه و همکاران (Salianeh *et al.*, 2011) گزارش نمودند که افزودن پری‌بیوتیک به جیره، به‌طور معنی‌داری، مصرف خوراک را در مقایسه با تیمار کنترل در جوجه‌های گوشتی کاهش داد. شاید بتوان دلیل کاهش مصرف خوراک در اثر استفاده از مخمر اتولیزشده را به بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و دسترسی بهتر آن‌ها درجوجه‌های گوشتی نسبت داد. در توافق با یافته‌های این پژوهش، در مطالعه مورالس لوپز و همکاران (Morales-López *et al.*, 2009)، افزودن مخمر به جیره تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نداشت. ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2005) افزایش وزن بیشتری را در پرندگان تغذیه شده با دیواره سلولی مخمر در مقایسه با گروه شاهد از هفته ۰ تا ۵ گزارش کردند، اگرچه تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک مشاهده نشد. ریزینگر و همکاران (Reisinger *et al.*, 2012) نشان دادند که وزن بدن و افزایش وزن روزانه در پرندگان دریافت‌کننده ۰/۱ درصد مشتقات مخمر در مقایسه با گروه شاهد در روزهای ۱۴ تا ۳۵ و روزهای ۱ تا ۳۵ بیشتر بود. در توافق با یافته‌های این پژوهش، یالسین و همکاران (Yalçın *et al.*, 2013)، بیان کردند که ضریب تبدیل خوراک در ۱ تا ۲۱ روزگی با استفاده از مخمر اتولیزشده در سطوح ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم بر کیلوگرم در جوجه‌های گوشتی بهبود یافت. این محققین بهبود ضریب تبدیل خوراک را به‌دلیل کاهش بار باکتریایی بیماری‌زا در روده توسط مخمر اتولیزشده گزارش کردند. در مطالعه حاضر، ضریب تبدیل خوراک در شرایط بدون مخمر بیشتر بود، هرچند در بین تیمارهای مخمر یعنی ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد نیز بیشترین میزان ضریب تبدیل خوراک مربوط به تیمار ۰/۱ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۰/۳ درصد بود. از آنجا که ضریب تبدیل خوراک شاخصی است که از تقسیم مصرف خوراک به اضافه وزن پرندگان به‌دست می‌آید، شاید بتوان دلیل بهبود ضریب تبدیل خوراک در پرندگان تغذیه شده با مخمر اتولیزشده را به کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن این پرندگان نسبت داد.

جدول ۶ تأثیر تراکم و سطوح مختلف مخمر اتولیزشده را بر وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۳۷ روزگی نشان می‌دهد. اثر متقابل مخمر اتولیزشده و تراکم بر وزن نسبی اجزای لاشه معنی‌دار نشده است. همچنین وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر اثرات اصلی تراکم و نیز مخمر اتولیزشده قرار نگرفت.

در توافق با یافته‌های این پژوهش، کرار و همکاران (Karar *et al.*, 2023) نیز با بررسی سه سطح تراکم (۱۰، ۱۳ و ۱۵ پرنده در مترمربع) و دو سطح پری‌بیوتیک (سطح اول: بدون پری‌بیوتیک و سطح دوم: ۶۲/۵ گرم مانان الیگوساکارید و ۶۲/۵ گرم بتاگلوکان در هر لیتر آب)، بیان کردند که اثر متقابل تراکم و پری‌بیوتیک تأثیر معنی‌داری بر اجزای لاشه جوجه‌ها نداشته است.

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده و سطح تراکم بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در طول دوره آزمایش (گرم به‌ازای پرنده)

Table 3- The effect of different levels of autolyzed yeast and density level on feed intake of broilers during the experimental period (g/b)

تیمار Treatment		دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) Starter period (1-7 d)	دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) Grower period (11-24 d)	دوره پایانی (۲۵ تا ۳۷ روزگی) Finisher period (25-37 d)	کل دوره (۱ تا ۳۷ روزگی) Whole period (1-37 d)
تراکم Density	مخمر (٪) Yeast (%)				
نرمال Normal	0	230.300	1077.20	2126.46	3434.0
	0.1	210.60	1079.40	1986.49	3276.4
	0.2	211.56	1045.98	1986.59	3244.1
	0.3	219.77	1075.13	1932.52	3227.4
بالا High	0	217.36	1080.17	1918.48	3216.0
	0.1	216.24	1035.25	1723.94	2975.4
	0.2	220.22	1064.37	1732.18	3016.8
	0.3	223.43	1037.19	1731.83	2993.5
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		5.92	35.47	64.10	86.84
مخمر (٪) Yeast (%)					
0		223.83	1078.68	2022.47 [a]	3324.98 [a]
0.1		213.42	1057.33	1855.17 [b]	3125.91 [b]
0.2		215.89	1055.18	1859.38 [b]	3130.46 [b]
0.3		221.60	1056.16	1832.67 [b]	3110.44 [b]
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		4.18	25.08	45.33	61.40
تراکم Density					
نرمال Normal		218.06	1069.43	2007.99 [a]	3295.48 [a]
بالا high		219.31	1054.25	1776.86 [b]	3050.42 [b]
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		2.96	17.73	32.05	43.42
P-value					
مخمر Yeast		0.278	0.894	0.021	0.059
تراکم Density		0.766	0.549	< 0.001	< 0.0001
اثر متقابل مخمر و تراکم Yeast × density		0.280	0.773	0.945	0.962

[a-b] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($P \leq ۰/۰۵$)

[a-b] In each column, the means with different superscripts have a significant difference ($P \leq 0.05$)

جدول ٤- تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده و سطح تراکم بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در طول دوره آزمایش (گرم به‌ازای پرنده)

Table 4- The effect of different levels of autolyzed yeast and density level on weight gain of broilers during the experimental period (g/b)

تیمار Treatment		دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) Starter period (1-7 d)	دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) Grower period (11-24 d)	دوره پایانی (۲۵ تا ۳۷ روزگی) Finisher period (25-37 d)	کل دوره (۱ تا ۳۷ روزگی) Whole period (1-37 d)
تراکم Density	مخمر(٪) Yeast (%)				
نرمال Normal	0	179.80	721.00	1262.40	2163.20
	0.1	172.60	746.20	1228.30	2147.10
	0.2	175.90	730.91	1237.27	2144.08
	0.3	190.16	757.93	1235.62	2183.71
بالا High	0	174.05	719.17	1174.92	2068.14
	0.1	182.72	708.78	1101.53	1993.03
	0.2	194.78	754.27	1167.50	2116.56
	0.3	194.80	739.70	1141.70	2076.20
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		6.99	23.08	46.55	52.39
مخمر(٪) Yeast (%)					
0		176.92	720.08	1218.66	2115.67
0.1		177.66	727.49	1164.92	2070.07
0.2		185.34	742.59	1202.39	2130.32
0.3		192.48	748.81	1188.66	2129.95
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		4.94	16.32	32.91	37.05
تراکم Density					
نرمال Normal		179.61	739.01	1240.90 ^{a}	2159.52 ^{a}
بالا High		186.58	730.48	1146.41 ^{b}	2063.48 ^{b}
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		3.49	11.54	23.27	26.19
P-value					
مخمر Yeast		0.108	0.583	0.700	0.626
تراکم Density		0.168	0.604	0.007	0.014
اثر متقابل مخمر و تراکم Yeast × density		0.369	0.605	0.941	0.686

$^{a-b}$ در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند (P ≤ ۰/۰۵)

$^{a-b}$ In each column, the means with different superscripts have a significant difference (P ≤ 0.05)

جدول ۵- تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده و سطح تراکم بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در طول دوره آزمایش

Table 5- The effect of different levels of autolyzed yeast and density level on feed conversion ratio of broilers during the experimental period

تیمار Treatment		دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) Starter period (1-7 d)	دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) Grower period (11-24 d)	دوره پایانی (۲۵ تا ۳۷ روزگی) Finisher period (25-37 d)	کل دوره (۱ تا ۳۷ روزگی) Whole period (1-37 d)
تراکم Density	مخمر(٪) Yeast (%)				
نرمال Normal	0	1.28	1.49	1.69	1.59
	0.1	1.22	1.44	1.61	1.52
	0.2	1.20	1.43	1.60	1.51
	0.3	1.16	1.42	1.56	1.47
بالا High	0	1.25	1.50	1.64	1.56
	0.1	1.18	1.46	1.56	1.49
	0.2	1.13	1.41	1.49	1.42
	0.3	1.14	1.40	1.54	1.44
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.031	0.041	0.070	0.040
مخمر(٪) Yeast (%)					
0		1.27 [a]	1.49	1.67	1.57 [a]
0.1		1.20 [b]	1.45	1.59	1.50 [ab]
0.2		1.16 [b]	1.42	1.55	1.47 [b]
0.3		1.15 [b]	1.41	1.55	1.46 [b]
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.022	0.029	0.049	0.028
تراکم Density					
نرمال Normal		1.21	1.45	1.62	1.52
بالا High		1.18	1.44	1.56	1.48
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.015	0.020	0.035	0.020
P-value					
مخمر Yeast		0.0041	0.177	0.290	0.031
تراکم Density		0.107	0.919	0.248	0.134
اثر متقابل مخمر و تراکم Yeast × density		0.830	0.962	0.931	0.876

[a-b] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($P \leq ۰/۰۵$)

[a-b] In each column, the means with different superscripts have a significant difference ($P \leq 0.05$)

جدول ٦- تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده و سطح تراکم بر وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۳۷ روزگی (درصدی از وزن زنده بدن)

Table 6- The effect of different levels of autolyzed yeast and density level on the relative weight of the carcass characteristics of broiler chickens at the age of 37 days (percentage of live body weight)

تیمار Treatment		پانکراس Pancreas	سنگدان Gizzard	کل دستگاه گوارش Gastrointestinal tract	طحال Spleen	کبد Liver	ران Thigh	سینه Breast
تراکم Density	مخمر (٪) Yeast (%)							
	0	0.27	2.52	12.56	0.07	2.06	19.24	25.93
نرمال Normal	0.1	0.26	2.59	12.80	0.06	2.04	19.22	25.63
	0.2	0.25	2.32	12.14	0.07	2.02	19.04	26.17
	0.3	0.25	2.39	12.62	0.06	2.11	19.23	25.64
	0	0.27	2.46	12.27	0.06	2.13	19.25	26.15
بالا High	0.1	0.24	2.37	12.34	0.06	2.01	19.01	25.66
	0.2	0.25	2.53	12.56	0.06	2.09	19.24	25.92
	0.3	0.26	2.49	12.14	0.06	1.97	19.16	25.33
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.0108	0.05	0.24	0.005	0.06	0.11	0.08
مخمر(٪) Yeast (%)								
0		0.26	2.56	12.68	0.06	2.07	19.23	25.78
0.1		0.25	2.35	12.38	0.06	2.05	19.13	25.91
0.2		0.25	2.41	12.31	0.05	2.06	19.13	25.90
0.3		0.25	2.51	12.38	0.06	2.07	19.20	25.62
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.0076	0.04	0.17	0.0035	0.03	0.07	0.06
تراکم Density								
نرمال Normal		0.26	2.46	12.49	0.065	2.07	19.13	26.04
بالا High		0.25	2.46	12.38	0.059	2.03	19.21	25.56
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.0054	0.02	0.12	0.0025	0.03	0.05	0.04
P-value								
مخمر Yeast		0.837	0.303	0.808	0.560	0.943	0.983	0.873
تراکم Density		0.615	0.980	0.695	0.169	0.416	0.718	0.093
اثر متقابل مخمر و تراکم Yeast × density		0.532	0.856	0.779	0.617	0.433	0.946	0.985

جدول ۷ اثر تیمارهای تراکم، مخمر اتولیزشده و اثر متقابل آن‌ها بر جمعیت میکروبی روده کور (*کلی‌فرم*، *لاکتوباسیل* و *ای‌کلای*) جوجه‌های گوشتی در سن ۳۷ روزگی را نشان می‌دهد. اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیزشده تأثیر معنی‌داری بر جمعیت میکروبی روده کور نداشت (P>۰/۰۵). استفاده از سطوح ۰/۲ و ۰/۳ درصد مخمر اتولیزشده تنها توانست باعث کاهش معنی‌دار جمعیت *ای‌کلای* روده کور در مقایسه با سطح ۰/۱ درصد و تیمار بدون مخمر شود (P≤۰/۰۵)، همچنین در بررسی اثرات اصلی، تراکم بالا باعث کاهش معنی‌دار جمعیت *لاکتوباسیل* روده کور در مقایسه با تراکم نرمال شد (P≤۰/۰۵).

در توافق با یافته‌های این پژوهش، چنگیز و همکاران (Cengiz *et al.*, 2015) دو سطح پروبیوتیک ۰/۵ و ۱ گرم در هر کیلوگرم جیره پایه و تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ پرنده در متربع را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که اثر متقابل پروبیوتیک و تراکم تأثیر معنی‌داری بر تعداد کل باکتری‌های هوازی، *سالمونلا* و *لاکتوباسیل* روده جوجه‌های گوشتی نداشته است.

در پژوهش حاضر، تغذیه جوجه‌های گوشتی با مخمر اتولیزشده جمعیت باکتری‌های *ای‌کلای* را در روده کور کاهش داد. در توافق با یافته‌های این پژوهش، یالسین و همکاران (Yalçın *et al*., 2013) گزارش نمودند که جمعیت *ای‌کلای* تحت تأثیر مخمر اتولیزشده کاهش یافت، امّا تعداد کل باکتری‌های هوازی در ایلئوم و ژژنوم تحت تأثیر مخمر اتولیزشده قرار نگرفت. سالاری و جاویدانه (Salari and Javidaneh, 2023) نشان دادند که افزودن مخمر اتولیزشده در سطوح ۵۰۰ و ۷۰۰ سی‌سی در ۱۰۰۰ لیتر آب به‌طور معنی‌داری، جمعیت *لاکتوباسیل* را افزایش و جمعیت *کلی‌فرم‌*های روده کور را در مرغان تخم‌گذار کاهش داد. همچنین افزودن مخمر اتولیزشده در سطح ۷۵۰ سی‌سی در ۱۰۰۰ لیتر آب به‌طور معنی‌داری جمعیت *ای‌کلای* روده کور را در مقایسه با سایر تیمارها کاهش داد. یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2008) نشان دادند که جمعیت *کلی‌فرم* ایلئوم در جوجه‌های گوشتی که با مکمل مانان الیگوساکاریدهای خوراکی تغذیه شده بودند، کاهش یافت. پری‌بیوتیک‌ها توسط دستگاه گوارش هضم و جذب نمی‌شوند و به‌عنوان منبع غذایی برای باکتری‌های مفیدی مثل *لاکتوباسیل‌ها* و *بیفیدوباکترها* در قسمت پایینی روده استفاده می‌شوند (Adhikari and Kim, 2017). به‌لحاظ ساختار شیمیایی، پری‌بیوتیک‌هایی مثل فروکتوالیگوساکاریدها توسط باکتری‌های روده تخمیر می‌شوند درحالی‌که مانان الیگوساکاریدها با اتصال به باکتری‌های مضری مثل *ای‌کلای* و *سالمونلا* باعث کاهش کلنی شدن آن‌ها می‌شوند. این عمل باعث کاهش اتصال ریزجانداران مضر به سلول‌های اپیتلیوم روده و درنهایت، باعث دفع آن‌ها ازطریق فضولات می‌شود (Adhikari *et al*., 2018). شاید دلیل کاهش جمعیت روده کور ی *ای‌کلای* و *کلی‌فرم* در سطح بالای مخمر اتولیزشده به همین علت باشد.

در پژوهش حاضر، با افزایش تراکم، میزان باکتری *لاکتوباسیلوس* روده کور کاهش یافت. در تضاد با این یافته‌ها، در پژوهش کریدتایوپاس و همکاران (Kridtayopas *et al*., 2019)، تعداد باکتری *ای‌کلای* در جوجه‌های تحت تراکم بالا افزایش یافت و گونه‌های *سالمونلا* نیز در ژژنوم و روده کور تشخیص داده شد. بنابراین، واضح است که تنش ناشی از تراکم بالا جمعیت میکروبی روده را مختل می‌کند. میمندی پور و همکاران (Meimandipour *et al*., 2010) گزارش دادند که تنش منجر به رشد بیش از حد باکتری‌های بیماری‌زا و کاهش جمعیت باکتری‌های مفید می‌شود، که داده‌های پژوهش حاضر در مورد کاهش جمعیت *لاکتوباسیل* روده کور در پرندگان پرورش یافته در تراکم بالا را تأیید می‌کند. در توافق با یافته‌های این پژوهش، چنگیز و همکاران (Cengiz *et al*., 2015)، نیز گزارش کردند که تعداد باکتری *لاکتوباسیل* در تراکم بالا (۲۰ پرنده در مترمربع) کاهش یافته است.

جدول ۸ تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده در شرایط پرورش متراکم را نشان می‌دهد. هزینه خوراک، درآمد فروش و سود خالص حاصل از آن تحت تأثیر اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیزشده قرار نگرفت. با افزایش سطح مخمر در جیره، هزینه خوراک به‌طور معنی داری کاهش یافت ($P<0.05$) درحالی‌که درآمد فروش و سود خالص تحت تأثیر قرار نگرفت. همچنین شاخص‌های مورد بررسی تحت تأثیر تراکم قرار نگرفتند. در پژوهشی گزارش شد که با افزایش تراکم جوجه‌های گوشتی، مقدار تولید در هر مترمربع افزایش و هزینه تولید به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده بدن پرنده، کاهش می‌یابد (Hassanabadi and Mahdipour Rabori, 2009). مانان الیگوساکاریدها به باکتری‌های بیماریزا متصل می‌شوند و از اتصال آن‌ها به دیواره روده جلوگیری کرده و باعث دفع باکتری‌های بیماریزا می‌شوند و به‌عنوان یک ماده مغذی برای باکتری‌های مفید عمل می کنند (Firon *et al*., 1983). مخمر اتولیزشده باعث کاهش جمعیت باکتریایی مضر و بهبود سلامت روده می‌شود (Salari and Javidaneh, 2023). در واقع، شاید بتوان دلیل کاهش هزینه خوراک تحت تأثیر مخمر را به کاهش مصرف خوراک نسبت داد. در پژوهشی با استفاده از سطوح ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد مخمر اتولیزشده در شرایط تنش تراکم در مرغ‌های تخم‌گذار گزارش شد که هزینه خوراک، درآمد فروش و سود خالص حاصل از آن تحت تأثیر تراکم و اثر متقابل تراکم و مخمر اتولیزشده قرار نگرفت. امّا با افزودن مخمر اتولیزشده به جیره، هزینه بیشتری صرف تهیه جیره گردید و هر چه سطح مخمر اتولیزشده در جیره بیشتر شد، جیره گران‌تر شد. به‌گونه‌ای که اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سطح ۰/۶ درصد مخمر مشاهده شد، امّا تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد (Molaei and Salari, 2023).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد، اگر چه استفاده از مخمر اتولیزشده در شرایط تنش تراکم نتوانست فراسنجه‌های عملکردی و فیزیولوژیکی پرندگان را تحت تأثیر قرار دهد، امّا استفاده از سطوح ۰/۲ و ۰/۳ درصد مخمر اتولیزشده در جیره با توجه به بهبود ضریب تبدیل خوراک و کاهش جمعیت *ای‌کلای* روده کور در تغذیه جوجه‌های گوشتی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌خاطر حمایت‌های مالی از پژوهش و از شرکت کاوشگر سپهر جوان نیز به‌خاطر تامین مخمر اتولیز شده، قدردانی می‌شود.

جدول ۷- تأثیر سطوح مختلف مخمر اتولیزشده و سطح تراکم بر جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی در سن ۳۷ روزگی (لگاریتم تشکیل کلونی به‌ازای گرم محتویات)

Table 7- The effect of different levels of autolyzed yeast and density level on the microbial population of the cecum of broiler chickens at the age of 37 days (Log $CFU.g^{-1}$)

تیمار Treatment		ای‌کولای *E. coli*	لاکتوباسیل *Lactobacillus*	کلی‌فرم *Coliform*
تراکم Density	مخمر(٪) Yeast (%)			
نرمال Normal	0	8.84	8.97	8.74
	0.1	8.87	9.03	8.65
	0.2	8.74	9.12	8.54
	0.3	8.68	9.15	8.58
بالا High	0	9.10	8.78	8.84
	0.1	8.84	8.87	8.68
	0.2	8.76	8.91	8.66
	0.3	8.73	8.94	8.61
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.06	0.014	0.02
مخمر(٪) Yeast (%)				
0		8.97 [a]	8.88	8.79
0.1		8.81 [ab]	8.95	8.67
0.2		8.74 [b]	9.02	8.60
0.3		8.70 [b]	9.05	8.60
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.043	0.01	0.018
تراکم Density				
نرمال Normal		8.75	9.01 [a]	8.63
بالا High		8.86	8.88 [b]	8.70
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		0.03	0.007	0.013
P-value				
مخمر Yeast		0.0416	0.1426	0.1926
تراکم Density		0.1396	0.0013	0.318
اثر متقابل مخمر و تراکم Yeast × density		0.5787	0.9808	0.9521

[a-b] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($P \leq ۰/۰۵$)

[a-b] In each column, the means with different superscripts have a significant difference ($P \leq 0.05$)

جدول ۸- برآورد اقتصادی تیمارهای آزمایشی در کل دوره پرورش (تومان)

Table 8- Economic estimation of experimental treatments in the entire period (Toman)

تیمار Treatment		هزینه خوراک Feed cost	درآمد فروش Income	سود خالص Net profit
تراکم Density	مخمر(٪) Yeast (%)			
نرمال Normal	0	41208	75712	34504
	0.1	39086	75043	35957
	0.2	38901	72385	33484
	0.3	36636	74078	37442
بالا High	0	39317	75150	35833
	0.1	35823	76430	37545
	0.2	35991	69756	33765
	0.3	36354	72667	36313
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		415	534	309
مخمر(٪) Yeast (%)				
0		40262[a]	75431	35169
0.1		38985[ab]	75736	36751
0.2		37446[bc]	71070	33624
0.3		36495[c]	73373	36878
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		207	267	195
تراکم Density				
نرمال Normal		38975	74304	35347
بالا High		37636	73501	35864
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		103	133	97
P-value				
مخمر Yeast		0.0109	0.0759	0.2340
تراکم Density		0.1068	0.5593	0.6823
اثر متقابل مخمر و تراکم Yeast × density		0.5701	0.7650	0.8658

[a-c] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند (P≤ ۰/۰۵)

[a-c] In each column, the means with different superscripts have a significant difference ($P \leq 0.05$)

References

1. Abbasi, M., Abedini, M. R., & Mousavi, S. N. (2019). Evaluating the economic impact of stocking density and bedding material on productive performance in broiler chickens. *Animal Production*, *21*(1), 61-71. (In Persian with English Summary). https://doi.org/10.22059/jap.2019.263375.623307.
2. Abudabos, A. M., Samara, E. M., Hussein, E. O. S., Al-Ghadi, M. Q., & Al-Atiyat, R. M. (2013). Impacts of stocking density on the performance and welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, *12*, 66-71. https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e11
3. Adhikari, P. A., Cosby, D. E., Cox, N. A., Franca, M. S. S., Williams, M., Gogal Jr, R. M., Ritz, C. W., & Kim, W. K. (2018). Effect of dietary fructooligosaccharides supplementation on internal organs *Salmonella* colonization, immune response, ileal morphology, and ileal immunohistochemistry in laying hens challenged with *Salmonella enteritidis*. *Poultry Science*, *97*, 2525-2533. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey101.
4. Adhikari, P. A., & Kim, W. K. (2017). Overview of prebiotics and probiotics: Focus on performance, gut health

and immunity - A review. *Annals of Animal Science*, *4*, 949-966. http://dx.doi.org/10.1515/aoas-2016-0092.
5. Ahiwe, E. U., Abdallh, M. E., Chang'a, E. P., Al-Qahtani, M., Omede, A. A., Graham, H., & Iji, P. A. (2019a). Influence of autolyzed whole yeast and yeast components on broiler chickens challenged with *Salmonella* lipopolysaccharide. *Poultry Science*, *98*, 7129-7138. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez452.
6. Ahiwe, E. U., Omede, A. A., Abdallh, M. E., Chang'a, E. P., Al-Qahtani, M., Gausi, H., Graham, H., & Iji, P. A. (2019b). Response of broiler chickens to dietary supplementation of enzymatically hydrolyzed glucan or mannan yeast products. *Journal of Applied Poultry Research*, *28*, 892-901. http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfz047.
7. Cengiz, Ö., Köksal, B. H., Tatlı, O. Sevim, Ö., Ahsan, U., Üner, A. G., Uluta, P. A., Beyaz, D., Büyükyörük, S., Yakan, A., & Önol, A. G. (2015). Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, *94*, 2395-2403. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev194
8. Emmans, G. C., & Charles, D. R. (1977). Climatic environment and poultry feeding in practice. pp. 31-49 in Nutrition and the Climatic Environment. W. Haresign, H. Swan, and D. Lewis, ed. Butterworths, London, UK.
9. Firon, N., Ofek, I., & Sharon, N. (1983). Carbohydrate specificity of the surface lectins of *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Salmonella typhimurium*. *Carbohydrate Research*, *120*, 235-249. https://doi.org/10.1016/0008-6215(83)88019-7.
10. Hassanabadi, A., & Mahdipour Rabori, M. (2009). Effects of stocking density on growth performance, blood metabolites and carcass characteristics of male broiler chickens. *Journal of Animal Science Research*, *19/1*(2), 138-155. (In Persian with English Summary). https://www.sid.ir/paper/450894/fa.
11. Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M. H., & Kamyab, A. (2012). Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, *91*, 393-401. https://doi.org/10.3382/ps.2010-01050
12. Karar, E. M. H., Atta, A. M. M., Gharib, H. B. A., & El-Menawey, M. A. A. (2023). Impact of prebiotic supplementation on productive performance, carcass traits, and physiological parameters of broiler chickens under high stocking density condition. *Journal of World's Poultry Research*, *13*(1), 48-60. https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2023.5
13. Kridtayopas, C., Rakangtong, C., Bunchasak, C., & Loongyai, W. (2019). Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens. *Poultry Science*, *98*, 4595-4605. https://doi.org/10.3382/ps/pez152
14. Kryeziu, A. J., Kamberi, M., Muji, S., Mestani, N., & Berisha, S. (2018). Carcass traits of broilers as affected by different stocking density and sex. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *24*(6), 1097-1103.
15. Loh, G., & Blaut, M. (2012). Role of commensal gut bacteria in inflammatory bowel diseases. *Gut Microbes*, *3*, 544-555. http://dx.doi.org/10.4161/gmic.22156
16. Meimandipour, A., Shuhaimi, M., Soleimani, A. F., Azhar, K., Hair-Bejo, M., Kabeir, B. M., Javanmard, A., Muhammad Anas, O., & Yazid, A. M. (2010). Selected microbial groups and short-chain fatty acids profile in a simulated chicken cecum supplemented with two strains of *Lactobacillus*. *Poultry Science*, *89*, 470-476. http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00495.
17. Molaei, F., & Salari, S. (2023). Effect of different levels of autolyzed yeast on performance and egg quality traits in laying hens reared under high stocking density. *Iranian Journal of Animal Science*, *54*(3), 317-336. (In Persian with English Summary). https://doi.org/10.22059/ijas.2023.351584.653920.
18. Morales-López, R., Auclair, E., Garcia, F., Esteve-Garcia, E., & Brufau, J. (2009). Use of yeast cell walls; β-1, 3/1, 6-glucans; and mannoproteins in broiler chicken diets. *Poultry Science*, *88*, 601-607. http://dx.doi.org/10.3382/ps.2008-00298
19. Nahashon, S. N., Adefope, N., & Wright, D. (2011). Effect of floor density on growth performance of Pearl Grey guinea fowl replacement pullets. *Poultry Science*, *90*, 1371-1378. https://doi.org/10.3382/ps.2010-01216
20. Reisinger, N., Ganner, A., Masching, S., Schatzmayr, G., & Applegate, T. J. (2012). Efficacy of a yeast derivative on broiler performance, intestinal morphology and blood profile. *Livestock Science*, *143*, 195-200. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.013
21. Roto, S. M., Rubinelli, P. M., & Ricke, S. C. (2015). An introduction to the avian gut microbiota and the effects of yeast-based prebiotic-type compounds as potential feed additives. *Frontiers in Veterinary Science*, *2*, 28. http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2015.00028
22. Salari, S., & Javidaneh, K. (2023). Effect of autolyzed yeast on performance, egg quality, microbial population and intestinal morphology of laying hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(1), 93-106. (In Persian with English Summary). http://dx.doi.org/10.22067/ijasr.2022.73976.1056.
23. Salianeh, N., Shirzad, M. R., & Seifi, S. (2011). Performance and antibody response of broiler chickens fed diets containing probiotic and prebiotic. *Journal of Applied Animal Research*, *39*, 65-67. https://doi.org/10.1080/09712119.2011.565222
24. Simitzis, P. E., Kalogeraki, E., Goliomytis, M., Charismiadou, M. A., Triantaphyllopoulos, K., Ayoutanti, A.,

Niforou, K., Hager-Theodorides, A. L., & Deligeorgis, S. G. (2012). Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. *British Poultry Science*, *53*(6), 721-730. http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2012.745930

25. Thomas, D. G., Ravindran, V., Thomas, D. V., Camden, B. J., Cottam, Y. H., Morel, P. C. H., & Cook, C. J. (2004). Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics and selected welfare indicators of broiler chickens. *New Zealand Veterinary Journal*, *52*, 76-81. http://dx.doi.org/10.1080/00480169.2004.36408
26. Vargas-Rodríguez, L. M., Durán-Meléndez, L. A., García-Masías, J. L., Arcos-García, J. L., Joaquín-Torres, B. M., & Ruelas-Inzunza, M. G. (2013). Effect of probiotic and population density on the growth performance and carcass characteristics in broiler chickens. *Internathional Journal of Poultry Science*, *12*(7), 390-395. http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2013.390.395
27. Wu, C., Yang, Z., Song, C., Liang, C., Li, H., Chen, W., Lin, W., & Xie, Q. (2018). Effects of dietary yeast nucleotides supplementation on intestinal barrier function, intestinal microbiota, and humoral immunity in specific pathogen free chickens. *Poultry Science*, *97*, 3837-3846. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey268
28. Yalçın, S., Yalçın, S., Çakın, K., Eltanc, Ö., & Dağaşan, L. (2010). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, egg traits, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humoral immune response of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *90*, 1695-1701. http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4004
29. Yalçın, S., Eser, H., Yalçın, S., Cengiz, S., & Eltan, Ö. (2013). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, carcass and gut characteristics, blood profile, and antibody production to sheep red blood cells in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, *22*, 55-61. https://doi.org/10.3382/japr.2012-00577
30. Yang, Y., Iji, P. A., Kocher, A., Mikkelsen, L. L., & Choct, M. (2008). Effects of mannanoligosaccharide and fructooligosaccharide on the response of broilers to pathogenic *Escherichia coli* challenge. *British Poultry Science*, *49*, 550-559. http://dx.doi.org/10.1080/00071660802290408
31. Zhang, A. W., Lee, B. D., Lee, S. K., Lee, K. W., An, G. H., Song, K. B., & Lee, C. H. (2005). Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. *Poultry Science*, *84*, 1015-1021. http://dx.doi.org/10.1093/ps/84.7.1015